



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 41 36 885.1-45
22 Anmeldetag: 9. 11. 91
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 2. 93

DE 41 36 885 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Hens Höffmüller Maschinenbau GmbH & Co, 7033
Herrnberg, DE

74 Vertreter:

Ostertag, U., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Ostertag, R.,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

73 Erfinder:

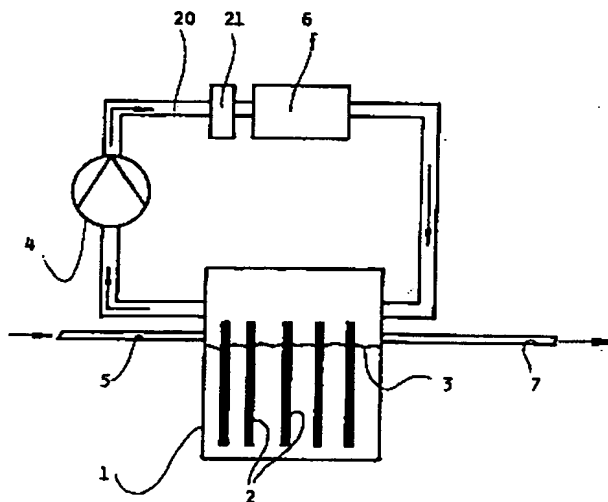
Hartmann, Bernd, Dipl.-Chem. Dr., 3415 Hattorf, DE

58 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 25 06 378 C2
Pat. Abstr. of 38/C-1, Vol. 4/No. 28, (=JP 55-2 738 A);

54 Verfahren zur Entsorgung wasserstoffhaltiger Gas-Dampf-Gemische sowie Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens

57 Bei einem Verfahren zur Entsorgung wasserstoffhaltiger, elektrolytisch entstandener Gas-Dampf-Gemische, wie sie etwa bei der elektrolytischen Regeneration eines ammoniakalischen Ätzmittels anfallen, werden diese zunächst durch Luft auf eine solche Zusammensetzung verdünnt, bei der keine Explosionsgefahr mehr entsteht. Das so verdünnte Gas-Dampf-Gemisch wird mit Hilfe eines Ventilators (4) über eine Leitung (20), die zur Elektrolysezelle (1) zurückführt, umgewälzt. In der Umwälzleitung (20) liegt ein Reaktionsbehälter (6), der Katalysatormaterial enthält. Dieses ist von solcher Art und die Betriebstemperatur wird so gewählt, daß der Wasserstoff in dem umgewälzten Gas-Dampf-Gemisch beim Durchgang durch das Katalysatormaterial selektiv und katalytisch verbrennt, eventuell ebenfalls enthaltenes Ammoniak jedoch nicht oxidiert wird. Dem Kreislauf wird nur eine solche, geringe Menge an Gas-Dampf-Gemisch entnommen wie im gleichen Zeitraum an Frischluft zugeführt wird. Das Ammoniak bleibt im wesentlichen erhalten.



DE 41 36 885 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entsorgung wasserstoffhaltiger Gas-Dampf-Gemische, die bei einem Elektrolysevorgang, insbesondere bei der elektrolytischen Regeneration eines Ätzmittels, entstehen, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Insbesondere in der Leiterplattenherstellung finden in großem Umfange ammoniakalische Ätzmittel Verwendung, mit denen das Leitermuster auf den Leiterplatten ausgeätzt wird. Diese Ätzmittel reichern sich mit dem abgeätzten Metall, im allgemeinen Kupfer, im Laufe der Zeit an, so daß sie nach einiger Zeit regeneriert werden müssen. Hierzu wird in zunehmendem Umfang ein Elektrolysevorgang eingesetzt. Der Elektrolysevorgang läuft jedoch, was die Metallabscheidung betrifft, nicht mit hundertprozentiger Stromausbeute ab; als konkurrierender Mechanismus tritt eine Wasserstoffentwicklung auf. Da jedoch bereits ein Gehalt von mehr als 4% Wasserstoff zu einem explosiven Gas-Dampf-Gemisch führt, entstehen in den bekannten Regenerationsvorrichtungen Probleme bei der Entsorgung der während der Elektrolyse entstehenden Gas-Dampf-Gemische.

In der Literaturstelle "Patents Abstracts of Japan, C-1, Vol. 4/No. 26" ist eine Elektrolysevorrichtung beschrieben, in welcher der Anodenraum vom Kathodenraum durch eine semipermeable Membran getrennt ist. Die sich entwickelnde Mischung aus Wasserstoff und Schwefelsäurenebel wird über eine Abzugshaube einem Reinigungsturm zugeleitet und von dort an die Atmosphäre abgegeben.

In der DE 25 06 478 C2 ist eine Vorrichtung beschrieben, bei welcher die bei einer Elektrolyse entstehenden Gase zwischen zwei Elektroden gereinigt werden. Die Gase werden dabei zwischen den Elektroden als kleine Bläschen in der strömenden Flüssigkeit hindurchgeführt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß ohne Explosionsgefahr die entstehenden Gas-Dampf-Gemische möglichst umweltfreundlich entsorgt werden können, wobei der Chemikalienverlust so gering wie möglich gehalten werden soll.

Diese Aufgabe wird, was das Verfahren anbetrifft, dadurch gelöst, daß

- a) das Gas-Dampf-Gemisch durch Luft auf einen Gehalt an Wasserstoff verdünnt wird, der unter 4% liegt;
- b) der in dem verdünnten Gas-Dampf-Gemisch enthaltene Wasserstoff katalytisch und selektiv verbrannt wird;
- c) das so im wesentlichen von Wasserstoff befreite Gas-Dampf-Gemisch wieder zum Elektrolysevorgang zurückgeführt wird, wobei
- d) nur eine solche Menge des von Wasserstoff im wesentlichen befreiten Gas-Dampf-Gemisches, kontinuierlich dem Kreislauf entnommen wird, wie im gleichen Zeitraum an Frischluft zugeführt wird.

Erfindungsgemäß wird also in einem ersten Schritt eine Verdünnung des Gas-Dampf-Gemisches durch Luft auf eine solche Zusammensetzung herbeigeführt, bei welcher keine Explosionsgefahr mehr besteht (unter

4% Wasserstoffgehalt). Das so ungefährlich gewordene Gas-Dampf-Gemisch wird jedoch nun nicht in die Atmosphäre entlassen. Hiermit wäre ein erheblicher Verlust an Reaktionschemikalien, die in dem Gemisch enthalten sind, verbunden. Dieser würde einerseits die Umwelt belasten und andererseits zu einem unnötigen Chemikalienverbrauch führen. Letzteres würde die Verfahrenskosten stark erhöhen. Daher entschließt sich die vorliegende Erfindung dazu, in einem zweiten Verfahrensschritt das durch Verdünnung nicht mehr explosive Gas-Dampf-Gemisch selektiv vom Wasserstoff zu befreien und das so wasserstofffrei gewordene Gas-Dampf-Gemisch wieder in den Kreis zurückzuführen. Die selektive Befreiung von Wasserstoff geschieht erfindungsgemäß durch einen geeigneten Katalysator, dessen Betriebsparameter, insbesondere Betriebstemperatur, so eingestellt werden, daß zwar die gewünschte katalytische Wasserstoffverbrennung stattfindet, eine katalytische Reaktion anderer anwesender Chemikalien jedoch noch nicht möglich ist. Der Großteil dieser Chemikalien kann so im Kreislauf gehalten werden. An den Katalysator brauchen keine sehr hohen Anforderungen gestellt zu werden, da das Gas-Dampf-Gemisch wiederholt über ihn geführt werden kann und er nur Sorge dafür tragen muß, daß der Wasserstoff in dem Ausmaße verbrannt wird, in dem er entsteht, so daß der kritische Gehalt von 4% nicht erreicht wird.

Bei der elektrolytischen Regeneration von Ätzmitteln enthält das Gas-Dampf-Gemisch häufig Ammoniak, das nicht verloren gehen soll. In diesen Fällen muß die katalytische Verbrennung des Wasserstoffes bei einer Temperatur erfolgen, bei welcher das Ammoniak noch nicht oxidiert wird.

Als Katalysator kann insbesondere ein Platin-Festbettkatalysator bzw. ein Palladium-Festbettkatalysator verwendet werden.

Alternativ kommt insbesondere für solche Ätzmittel, die kupferhaltig sind, als Katalysator Kupferoxid oder allgemein ein Oxid- oder Mischoxidkatalysator in Frage.

In vielen Fällen, insbesondere bei einem Palladium-Katalysator auf Aluminiumoxidsubstrat, sind Betriebstemperaturen zwischen 50 und 200°C geeignet.

Die oben genannte Aufgabe wird, was die Vorrichtung anbelangt, dadurch gelöst, daß diese umfaßt:

- a) einen Ventilator, welcher das Gas-Dampf-Gemisch aus der Elektrolysezelle absaugt und in einer Umwälzleitung, die zur Elektrolysezelle zurückführt, in Zirkulation hält und aufgrund seiner Umwälzleistung die Wasserstoffkonzentration unter 4% hält;
- b) einen in der Umwälzleitung liegenden Reaktionsbehälter, der mit einem Katalysatormaterial angefüllt ist, das vom Gas-Dampf-Gemisch durchtreten wird, wobei eine selektive katalytische Wasserstoff-Verbrennung stattfindet.

Dabei kann eine Zufuhröffnung für Frischluft, die dann vom Ventilator umgewälzten Gas-Dampf-Gemisch zugeführt wird, und/oder eine Entnahmeleitung, über welche Gas-Dampf-Gemisch in solcher Menge kontinuierlich dem Kreislauf entnommen wird, in welcher im gleichen Zeitraum Frischluft dem Kreislauf zugeführt wird, zusätzlich vorhanden sein.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechen sinngemäß denjenigen, die oben für das erfindungsgemäße Verfahren bereits erwähnt wurden.

Die Zufuhröffnung, die für die Frischluft vorhanden



sein kann, kann in vielen Fällen einfach von den Spalten und sonstigen Undichtigkeiten im Gehäuse der Elektrolysezelle gebildet werden, so daß zur konstruktiven Verwirklichung keine gesonderten Maßnahmen erforderlich sind. In anderen Fällen kann es sinnvoll sein, bewußt eine Zufuhröffnung konstruktiv vorzusehen.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß das Gehäuse des Reaktionsbehälters zumindest teilweise doppelwandige Wände aufweist. Der Innenraum der doppelwandigen Wände kann so beispielsweise zur Kühlung des Katalysators und damit zur Einhaltung der zulässigen Betriebstemperatur-Obergrenze von Luft durchströmt werden.

Alternativ kann in dem Innenraum der doppelwandigen Wände auch wärmedämmendes Material eingeordnet sein, so daß die Außenfläche des Reaktionsbehälters gefahrlos berührt werden kann.

Zweckmäßig ist ferner, wenn das Katalysatormaterial in einem Einsatz untergebracht ist, der aus dem Gehäuse des Reaktionsbehälters herausnehmbar ist. Auf diese Weise kann das Katalysatormaterial bei Bedarf rasch ausgetauscht werden.

Nach einem weiteren Merkmal der vorliegenden Erfindung kann eine externe Heizung vorgesehen sein, mit welcher das Katalysatormaterial anfänglich auf Betriebsbedingungen aufheizbar ist. Bei vielen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens einsetzbaren Katalysatoren nämlich liegt die Mindesttemperatur, bei welcher die katalytische Verbrennung von Wasserstoff einsetzt, über Zimmertemperatur, so daß zur Einleitung des Prozesses ein anfängliches Aufheizen unentbehrlich ist.

Weiter empfiehlt es sich zum Schutze des Katalysatormaterials, wenn dem Reaktionsbehälter in der Umwälzleitung ein Tropfenabscheider vorgeschaltet ist.

Schließlich kann es in bestimmten Fällen von Vorteil sein, wenn eine spezielle Kühlung des Katalysatormaterials vorgesehen ist, damit die zulässige Obergrenze der Betriebstemperatur nicht überschritten wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert; es zeigen

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur elektrofytischen Regeneration eines ammoniakalischen Ätzmittels;

Fig. 2 einen Schnitt durch den in der Vorrichtung von Fig. 1 enthaltene Reaktionsbehälter zur katalytischen Verbrennung von Wasserstoff in größerem Maßstab;

Fig. 3 eine Draufsicht auf den Reaktionsbehälter von Fig. 2 bei abgenommenem Deckel;

Fig. 4 einen Schnitt gemäß Linie IV—IV von Fig. 2.

In Fig. 1 ist in sehr schematischer Weise eine Vorrichtung zur elektrofytischen Regeneration eines ammoniakalischen Ätzmittels dargestellt, wobei alle Leitungen, welche die Führung des Ätzmittels selbst betreffen, der Übersichtlichkeit halber weggelassen wurden. Insofern liegen die Verhältnisse bei der beschriebenen Vorrichtung nicht anders als beim Stande der Technik. In Fig. 1 sind dagegen diejenigen Verhältnisse dargestellt, welche das sich während der Elektrolyse entwickelnden Gas-Dampf-Gemisch betreffen.

Mit dem Bezugszeichen 1 ist die Elektrolysezelle angedeutet, welche der Abreicherung des Ätzmittels von sich während des Ätzevorganges anreicherndem Metall dient. Die Elektrolysezelle 1 enthält in an und für sich bekannter Weise Elektroden 2, an welche eine den Elektrolysevorgang aufrechterhaltende äußere Spannung gelegt ist. Der Elektrolyse-Zelle 1 wird über nicht darge-

stellte Leitungen Ätzmittel zugeführt, welches sich in einer nicht dargestellten Ätzmachine mit abgeätztem Metall, insbesondere Kupfer, beladen hat. Nachdem ein Teil dieses Metalles durch den Elektrolysevorgang entzogen ist, verläßt das abgereicherte Ätzmittel die Elektrolysezelle 1 wieder über ebenfalls nicht dargestellte Leitungen.

Der Elektrolysevorgang läuft, bezogen auf die Kupferabscheidung, nicht mit 100%iger Stromausbeute sondern mit einer solchen ab, die üblicherweise bei etwa 60—70% liegt. Der Verlust der Stromausbeute schlägt sich in einer Zersetzung des Ätzmittels insbesondere unter Wasserstoffentwicklung nieder. Da bereits Luft-Wasserstoff-Gemische mit etwa 4% Wasserstoffgehalt explosiv sind, muß für eine gefahrlose Entsorgung das sich in der Elektrolysezelle 1 bildenden Gas-Dampf-Gemisches gesorgt werden.

Dies geschieht in der in Fig. 1 dargestellten Anlage wie folgt:

Die Elektrolysezelle 1 wird im Raum oberhalb des Elektrolytspiegels, der in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 3 angedeutet ist, von einem Ventilator 4 abgesaugt. Durch eine ausreichende Luftzufuhr wird für eine Verdünnung des Gas-Dampf-Gemisches auf einen Wasserstoffgehalt unter der kritischen Grenze von 4% gesorgt. Sowie eine Frischluftzufuhr erforderlich ist, kann diese, wie in der Zeichnung schematisch angedeutet, über eine entsprechende Zufuhröffnung oder Leitung 5 erfolgen. Die Leistung des Ventilators 4 bestimmt im Zusammenspiel mit der Leistung der Elektrolysezelle 1, also der Menge des hierin anfallenden Gas-Dampf-Gemisches, die Zusammensetzung des vom Ventilator 4 geförderten Gas-Dampf-Gemisches.

Dieses wird vom Ventilator 4 über eine Umwälzleitung 20 in einen Reaktionsbehälter 6 gebracht, in welchem eine selektive katalytische Verbrennung des in dem Gas-Dampf-Gemisch enthaltenen Wasserstoffes stattfindet. Als Katalysatoren sind insbesondere Platin- oder Palladium-Festbettkatalysatoren geeignet, so z. B. Palladium auf einer Aluminiumoxidunterlage. Auch ein Oxid- oder Mischoxidkatalysator, z. B. Kupferoxid, kommt als Katalysator insbesondere dann in Frage, wenn das Ätzmittel, wie sehr häufig, kupferhaltig ist.

Durch die Betriebsparameter, die in dem Reaktionsbehälter 6 für die katalytische Verbrennung des Wasserstoffes eingehalten werden, wird gleichzeitig Sorge dafür getragen, daß keine katalytische Reduktion des in dem Gas-Dampf-Gemisches enthaltenen Ammoniaks erfolgt. Verwendet man beispielsweise als Katalysator Palladium auf Aluminiumoxid, so kommt hierfür ein Temperaturbereich zwischen 50 und 200°C in Frage. Die Betriebsbedingungen sind also nicht sehr kritisch; sie können problemlos eingehalten werden.

In Fig. 1 ist dem Reaktionsbehälter 6 in der Umwälzleitung 20 ein Tropfenabscheider 21 vorgeschaltet. Dieser verhindert, daß in dem Gas-Dampf-Gemisch mitgeführte Ätzmitteltropfen den Katalysator im Reaktionsbehälter 6 vergiften.

Das Gas-Dampf-Gemisch, welches den Reaktionsbehälter 6 verläßt, ist im wesentlichen wasserstofffrei. Es enthält als Hauptbestandteile Luft und Ammoniak und kann daher ohne weiteres in die Elektrolysezelle 1 zurückgeführt werden, wie dies in der Zeichnung angedeutet ist.

Damit die in der gesamten Anlage zirkulierende Menge an Gas-Dampf-Gemisch zeitlich konstant bleibt, wird über die Entnahmeleitung 7 hiervon kontinuierlich eine Menge abgezogen, die der über die Zufuhröffnung 5 im



gleichen Zeitraum zuströmenden Luftmenge entspricht. Diese kann jedoch sehr klein, im Idealfalle gleich Null, gehalten werden. Das abgezogene Gas-Dampf-Gemisch kann zudem zur Vermeidung von Chemikalienverlusten an anderer Stelle rezirkuliert, beispielsweise in die Ätzmaschine geleitet werden.

Von der katalytischen Verbrennung, die im Reaktionsbehälter 6 stattfindet, geht im übrigen keine Gefahr aus. Durch die Luftverdünnung des von dem Ventilator 4 umgewälzten Gas-Dampf-Gemisches ist ja dieses nicht mehr entzündbar, so daß eine Flamme aus dem Reaktionsbehälter 6 nicht in den Kreislauf oder in die Ätzmaschine 1 überschlagen kann.

In den Fig. 2—4 ist der in Fig. 1 nur schematisch dargestellte Reaktionsbehälter 6 detaillierter gezeigt. Er umfaßt ein Gehäuse 8, welches seinerseits aus einem unteren Trageprofil 9, einer über dieser angeordneten Bodenplatte 16 und seitlichen doppelten Wänden 10 zusammengesetzt ist. Der Innenraum der doppelten Seitenwände 10 kann mit wärmedämmendem Material ausgefüllt sein, so daß bei der Berührung der Außenfläche des Gehäuses 6 keine Verbrennungsgefahr besteht.

Auf die Bodenplatte 16 ist von oben her ein korbartiger Einsatz 11 aufgestellt, der mit zwei Haftebügeln 12 versehen ist. Der Einsatz 11 ist mit einer losen Schüttung 13 aus Katalysatormaterial angefüllt. Der Boden 14 des Einsatzes 11 ist perforiert, so daß er vom Gas-Dampf-Gemisch durchtreten werden kann.

Der Einsatz 11 steht über dichtende Blöcke 15 auf der Bodenplatte 16 des äußeren Gehäuses 8 auf, so daß die Gas-Dampf-Gemische, welche den Reaktionsbehälter 6 von oben nach unten durchtreten, zwangsweise das Katalysatormaterial 13 durchqueren müssen.

In der Bodenplatte 16 des Gehäuses 8 befindet sich außerdem ein Auslaßstutzen 17, an welche die zurück zur Elektrolysezelle 1 (vgl. Fig. 1) führende Rohrleitung angeschlossen werden kann.

Auf das Gehäuse 8 des Reaktionsbehälters 6 ist ein ebenfalls doppelwandiger Deckel 18 aufgeschraubt, der seinerseits einen Einlaßstutzen 19 enthält. An diesem wird die vom Ventilator 4 kommende Rohrleitung (vgl. Fig. 1) angeschlossen.

In der Zeichnung ist außerdem eine elektrische Heizschlange 20 dargestellt, welche in die Schüttung 13 des Katalysatormaterials eintaucht. Die Heizschlange 20 dient dazu, das Katalysatormaterial 13 erstmalig auf diejenige Betriebstemperatur zu bringen (im oben genannten Beispiel 50°C), bei welcher die katalytische Verbrennung von Wasserstoff einsetzt. Sodann ist eine weitere Beheizung nicht mehr erforderlich, da die Verbrennungswärme selbst die erforderliche Betriebstemperatur sicherstellt. Unter Umständen kann es sogar erforderlich sein, durch Luftzufuhr im Zwischenraum der doppelwandigen Seitenwände 10 oder in dem Raum oberhalb des Katalysatormaterials 13 für eine Kühlung zu sorgen, damit die zulässige Obergrenze der Betriebstemperatur des Katalysatormaterials 13 nicht überschritten wird. Zur Überwachung dieser Betriebstemperatur dient ein Temperatursensor 21, der, ebenso wie die elektrischen Anschlüsse der Heizschlange 20, nach oben durch den Deckel 18 hindurch aus dem Reaktionsbehälter 6 herausgeführt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entsorgung wasserstoffhaltiger Gas-Dampfgemische, die bei einem Elektrolysevorgang, insbesondere bei der elektrolytischen Re-

generation eines Ätzmittels, entstehen, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) das Gas-Dampf-Gemisch durch Luft auf einen Gehalt an Wasserstoff verdünnt wird, der unter 4% liegt;
- b) der in dem verdünnten Gas-Dampf-Gemisch enthaltene Wasserstoff katalytisch und selektiv verbrannt wird,
- c) das so im wesentlichen von Wasserstoff befreite Gas-Dampf-Gemisch wieder zum Elektrolysevorgang zurückgeleitet wird, wobei
- d) nur eine solche Menge des von Wasserstoff im wesentlichen befreite Gas-Dampf-Gemisches kontinuierlich dem Kreislauf entnommen wird, wie im gleichen Zeitraum an Frischluft Zufgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem das Gas-Dampf-Gemisch zusätzlich Ammoniak enthält, dadurch gekennzeichnet, daß die katalytische Verbrennung des Wasserstoffes bei einer Temperatur erfolgt, bei welcher das Ammoniak noch nicht oxidiert wird,

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Katalysator (13) ein Platin-Festbettkatalysator verwendet wird,

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Katalysator (13) ein Palladium-Festbettkatalysator verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Oxid- oder Mischoxidkatalysator verwendet wird,

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebstemperatur des Katalysators (13) zwischen 50 und 200 °C liegt.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie umfaßt:

- a) einen Ventilator (4), welcher das Gas-Dampf-Gemisch aus der Elektrolysezelle (1) absaugt und in einer Umwälzleitung (20), die zur Elektrolysezelle (1) zurückführt, in Zirkulation hält und aufgrund seiner Umwälzleistung die Wasserstoffkonzentration unter 4% hält;
- b) einen in der Umwälzleitung (20) liegenden Reaktionsbehälter (6), der mit einem Katalysatormaterial (13) angefüllt ist, das vom Gas-Dampf-Gemisch durchtreten wird, wobei eine selektive katalytische Wasserstoffverbrennung stattfindet.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiter umfaßt:

- c) eine Zufuhröffnung (5) für Frischluft, die dem vom Ventilator (24) umgewälzten Gas-Dampf-Gemisch zugeführt wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiter umfaßt:

- d) eine Entnahmeleitung (7), über welche Gas-Dampf-Gemisch in einer solchen Menge kontinuierlich dem Kreislauf entnommen werden kann, in welcher im gleichen Zeitraum Frischluft dem Kreislauf zugeführt wird,

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (6) des Reaktionsbehälters (6) zumindest teilweise doppelwandige Wände (10) aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Innenraum der doppel-



wandigen Wände (10) wärmedämmendes Material angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Katalysatormaterial (13) in einem Einsatz (11) untergebracht ist, der aus dem Gehäuse (8) des Reaktionsbehälters (6) herausnehmbar ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine externe Heizung (20) vorgesehen ist, mit welcher das Katalysatormaterial (13) anfänglich auf Betriebstemperatur aufheizbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß dem Reaktionsbehälter (6) in der Umwälzleitung (20) ein Tropfenabscheider (21) vorgeschaltet ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kühlung für das Katalysatormaterial vorgesehen ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



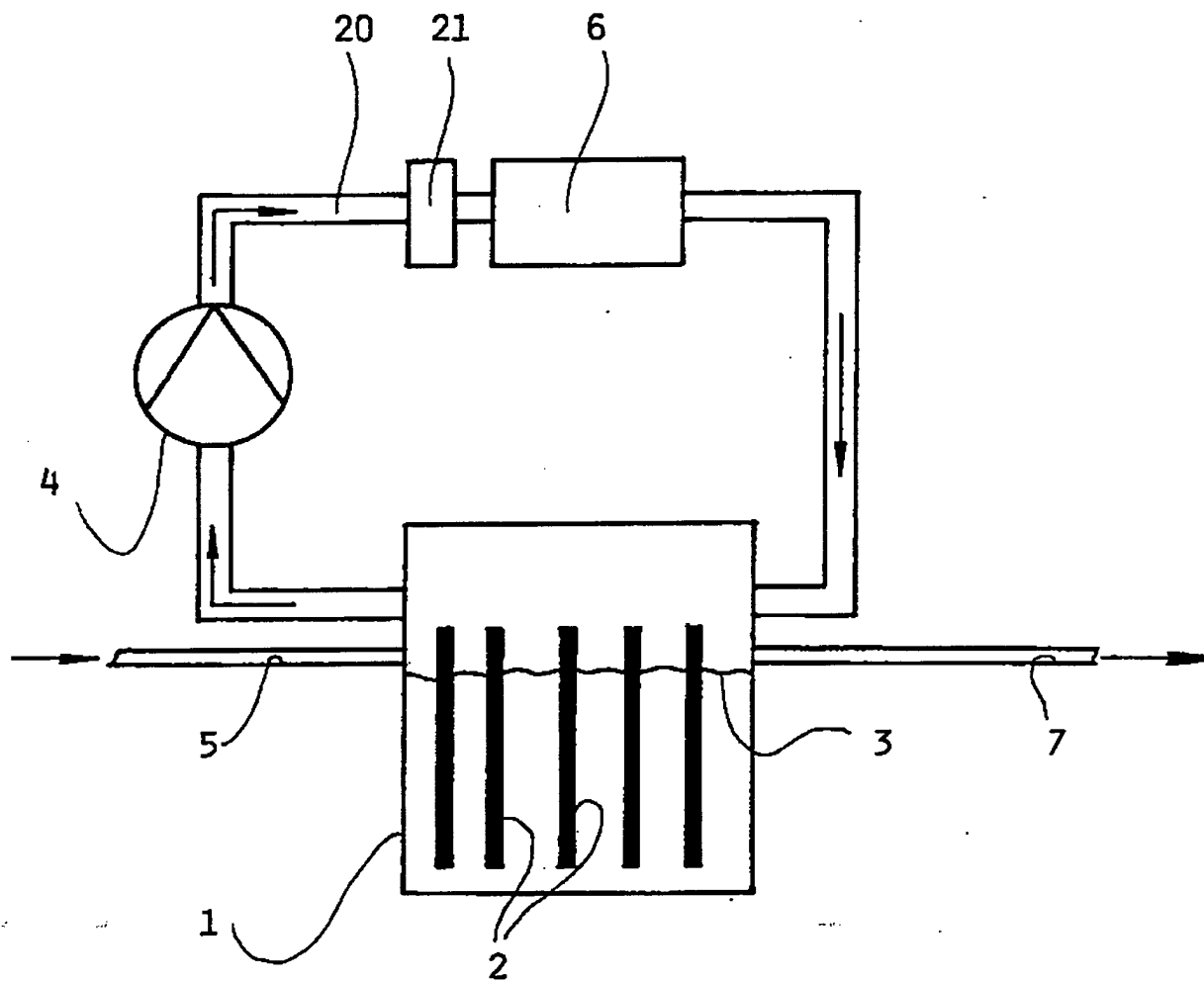
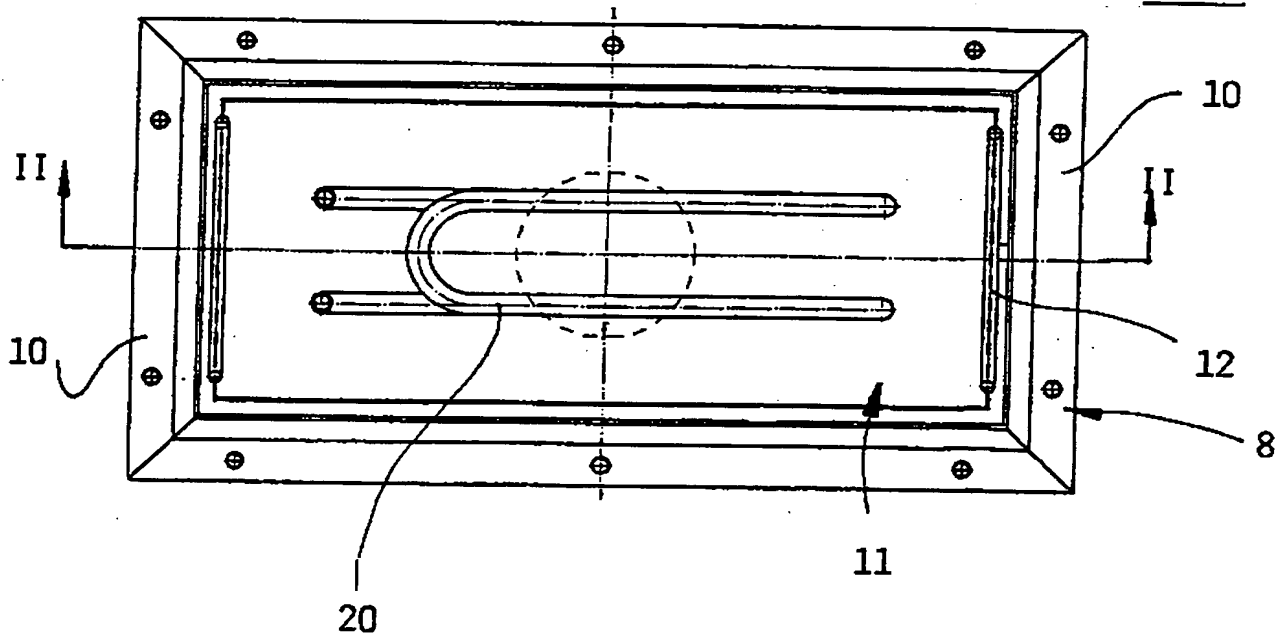
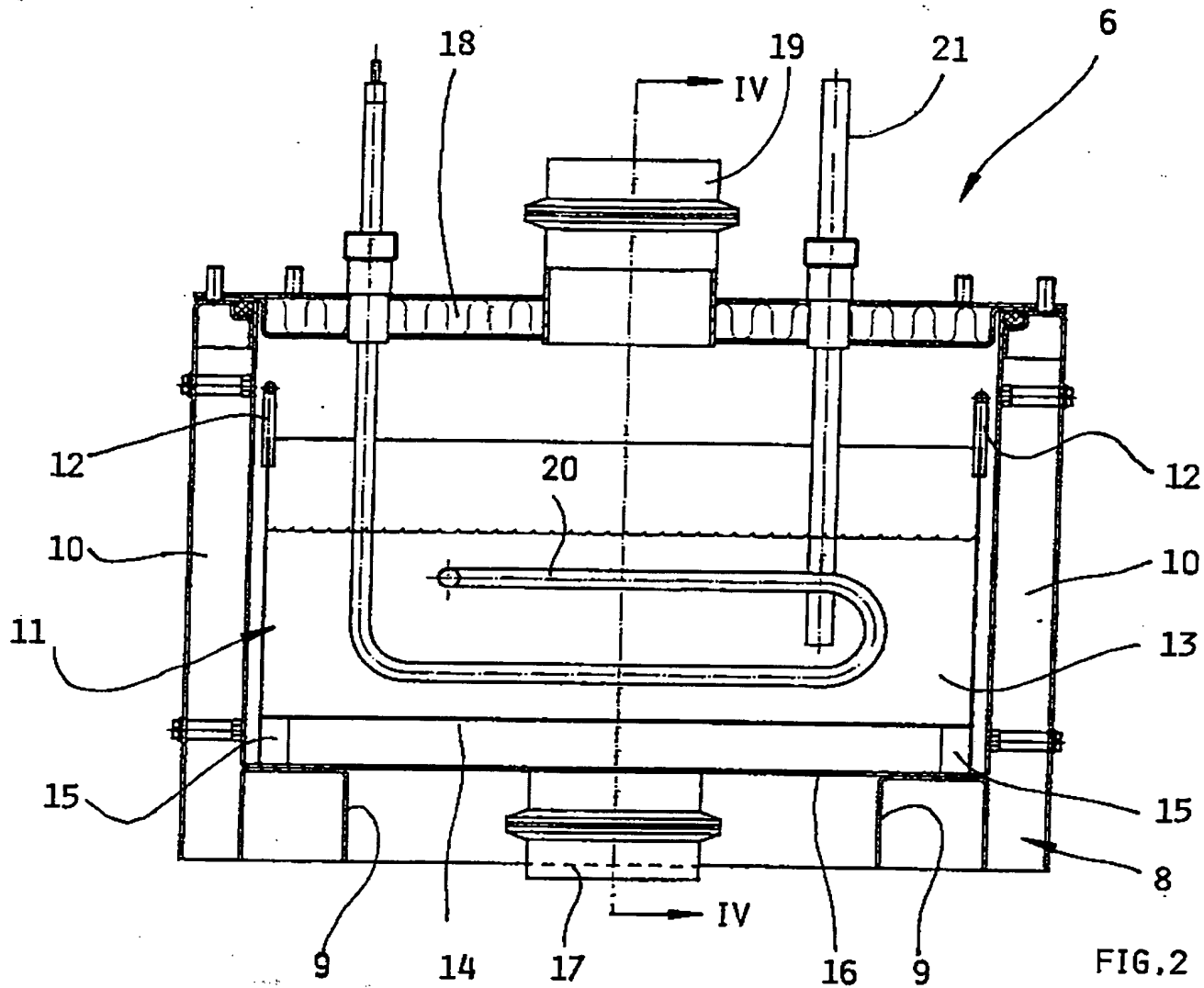


FIG.1



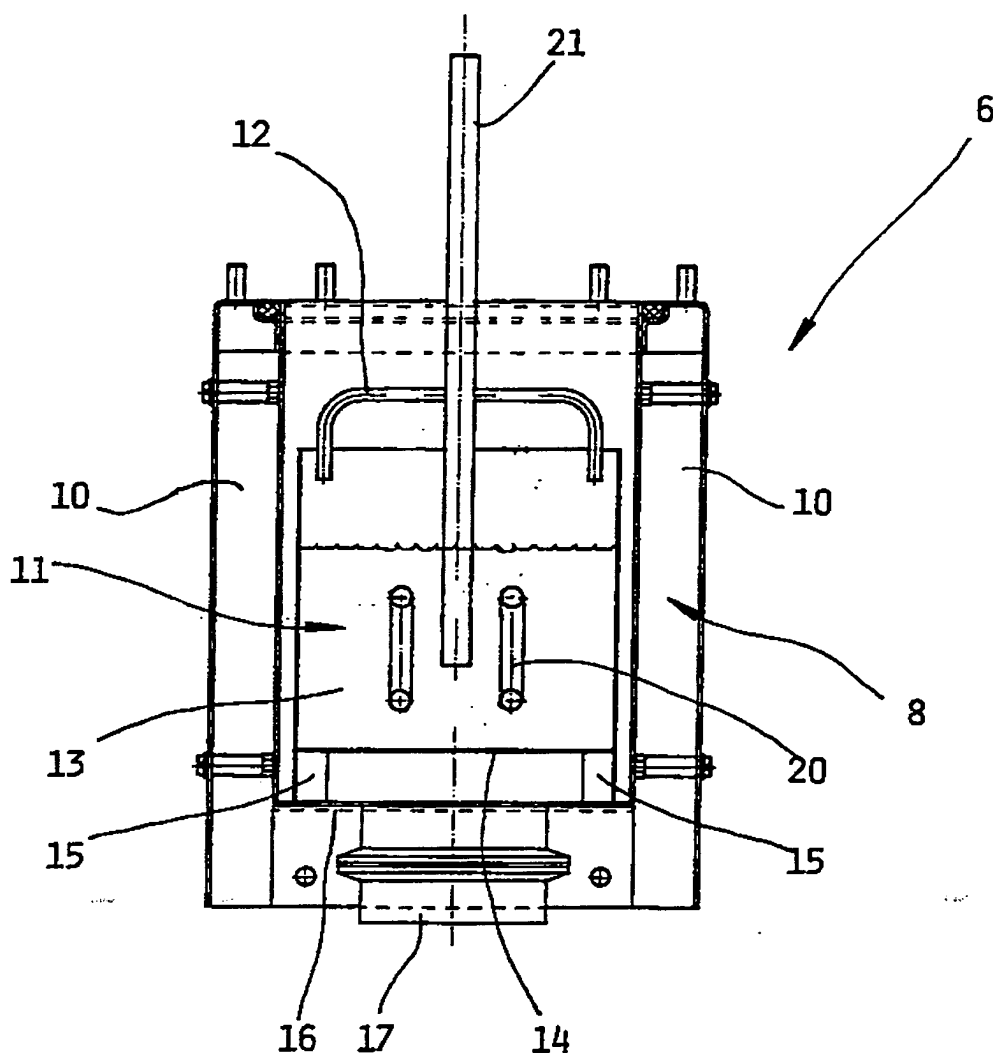


FIG. 4